

TOYT ★ Q52 Q62 86-336617/51 ★ J6 1253-335-A
High-strength composite material . comprises alumina- and
alumina silica- fibre reinforced metal matrix and cast iron
TOYOTA JIDOSHA KK 02.05.85-JP-094878
M22 (11.11.86) C22c-01/09 F02f-03 F16c-33/24

02.05.85 as 094878 (29TM)

The 1st material is a composite of a metal matrix reinforced with hybrid material comprising alumina fibre and alumina-silica fibre and the 2nd material is cast iron. The alumina fibre comprises Al_2O_3 (at least 80 wt.%) and balance of SiO_2 . The alumina - silica fibre comprises Al_2O_3 (35 -65 wt.%), SiO_2 (0 - 10 wt.%) and other materials.

The composite material has non-fibre particle: 17 or less wt.% in total and or particle dia equal to or larger than 150 microns : 7 or less wt.%. The metal matrix comprises Al, Mg, Cu, Zn, Pb, Sn their alloys etc. The alumina includes alpha alumina (5-60 wt.%) wt.%). The vol. of the alumina fibre in the hybrid is 2.5-50 % of hybrid fibre is 1-25% and of alumina - silica fibre is up to 22.5%.

ADVANTAGE - The combination provides excellent strength, rigidity, machinability and resistance to abrasion at lower cost. Used for engines etc. (17pp Dwg.No.0/14)
N86-250966

© 1986 DERWENT PUBLICATIONS LTD.
128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England
US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101
Unauthorised copying of this abstract not permitted.

Multiple cylinder internal-combustion engine.

Patent Number: ☐ EP0187930
Publication date: 1986-07-23
Inventor(s): FICHT REINHOLD
Applicant(s): FICHT GMBH (DE)
Requested Patent: DE3447663
Application Number: EP19850115114 19851128
Priority Number(s): DE19843447663 19841228
IPC Classification: F02B75/24 ; F01B1/08 ; F01B9/02
EC Classification: F01B1/08, F02B75/22B, F01B9/02B, F02B75/24P
Equivalents: ☐ JP61157726

Abstract

1. Four-cylinder internal-combustion engine having two cylinders (1/2, 11/12) at a time arranged in pairs and coaxially opposite, the longitudinal axes (L1/L2, L11/L12) of the two cylinder pairs (1/2, 11/12) being arranged at an angle of 90 degrees to each other, having a transmission device to convert the translatory movement of the pistons (3/4, 13/14) which slide in the cylinders (1/2, 11/12) and their piston rods (5/6, 15/16) connected rigidly to them into a rotatory movement of an output shaft (21), comprising two frame parts (7, 17) arranged consecutively in the direction of the longitudinal axis (23) of the output shaft (21) and each associated with a cylinder pair (1/2, 11/12), to each of which two piston rods (5/6, 15/16) of a cylinder pair (1/2, 11/12) are fastened immovably by their ends remote from the pistons (3/4, 13/14) and which each exhibit a straight sliding block (8, 18) extending at right angles to the longitudinal axis (L1/L2, L11/L12) of the respective associated cylinder pair (1/2, 11/12), and an eccentric part of the output shaft (21) having a longitudinal axis (24) parallel to its longitudinal axis (23) parallel to its longitudinal axis (23), which slides in the sliding blocks (8, 18) of both frame parts (7, 17), and having at least one balance weight (22), characterized in that the output shaft (21) is constructed as a crankshaft (21) and the eccentric part (10) as a crank pin (10), that the two cylinder pairs (1/2, 11/12) are arranged consecutively in the direction of the longitudinal axis (23) of the crankshaft (21) and that balance weights (22) diametrically opposite the crank pin (10) are provided at both ends of the latter for a virtually total compensation of the reciprocating masses, the balance weights (22) corresponding to an effective radius of the mass, corresponding to the crank radius of one of the two masses of one of the two cylinder pairs (1/2, 11/12) in translatory motion.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

Description

Mehrzylinder-Brennkraftkolbenmaschine Die Erfindung bezieht sich auf eine Mehrzylinder-Brennkraftkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Durch die DE-PS 241 538 ist eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine bekanntgeworden, deren vier Zylinder in einer Ebene befindlich angeordnet sind, wobei die Arbeitskolben jeweils zweier nebeneinander liegender Zylinder durch jeweils einen Kurbelschleifenrahmen gekoppelt sind. Dabei sind die beiden Kurbelschleifenrahmen koaxial zueinanderliegend angeordnet und ihre Kullissen befinden sich in deckungsgleicher Anordnung, so dass die vier Arbeitskolben der paarweise gegenüberliegenden Zylinder sich stets in gleicher Richtung bewegen. Dieser Gleichlauf aller vier Arbeitskolben mit den Kurbelschleifenrahmen bedingt jedoch grosse bewegte Massen in einer Richtung, was wiederum grosse Ausgleichsmassen erfordert. Damit erhöht sich das Baugewicht der Maschinen mit allen nachteiligen Begleitumständen.

Bei Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen, deren Kolben über übliche Pleuel auf die Kurbelwelle weisen, erfordert jeder Kolben einen eigenen Kurbelzapfen innerhalb der Kurbelwelle, so dass sich sehr schnell eine grosse Baulänge für die Kurbelwelle mit den daraus resultierenden Schwierigkeiten bei ihrer Lagerung ergibt. Ausserdem ist die Herstellung solcher vielfach gekröpfter Kurbelwellen teuer. Auch wird die Baulänge des gesamten Motors gross. Ferner sind zwei Zylinder-Brennkraftkolbenmaschinen mit achsgleich gegen- überliegend angeordneten Arbeitszylindern als sog. Boxermotore bekannt, deren hin- und hergehende Arbeitskolben über eine starre Kolbenstange mit dem mittig gelegenen Kurbelschleifentrieb kinematisch gekoppelt sind; vgl.

DE-PS 409 919. Sie sind gegenüber Mehrzylinder-Brennkraft kolbenmaschinen mit herkömmlichem Pleuel-Kurbeltrieb vorteilhaft. So werden durch die Kinematik des Kurbelschleifentriebes die Verweilzeiten im oberen und unteren Totpunkt verlängert, was sich günstig auf die Spül- und Ladungsvorgänge und den Verbrennungsablauf auswirkt. Ferner ermöglicht die geradlinige Bewegung der beiden Kolbenstangen eine wirkungsvolle Abdichtung des Zylinderraumes gegenüber dem Kurbelgehäuse durch Trennwände, die nur von den Kolbenstangen durchsetzt werden, deren Lagerungen relativ einfach abgedichtet werden können. Diese Trennwände bewirken ausserdem eine steife Bauart für das Motorgehäuse, und die am Kurbelschleifentrieb auftretenden dynamischen Kräfte können im Motorengehäuse problemlos aufgenommen werden. Auch werden die Reibungskräfte insgesamt dadurch verringert, dass der Kurbelschleifenrahmen selbst nicht gelagert zu werden braucht. Durch alle diese Massnahmen verkürzt sich die motorische Baulänge. Die wirksame Abdichtung des Innenraumes des Kurbelschleifentriebes gegen über den Zylinderräumen mit deren chemisch aggressivem Klima erhöht die Lebensdauer der Brennkraftmaschine.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, durch eine neue Bauform der genannten Boxermotorgattung weitere, konzeptionelle Verbesserungen zu erreichen, insbesondere unter Anwendung des Boxer-Prinzips Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen zu schaffen.

deren über starre Kolbenstangen miteinander gekoppelten Kolben möglichst auf einen Kurbelzapfen wirken können.

Diese Aufgabe ist gemäss der Erfindung durch die in den Patentansprüchen niedergelegten Merkmale gelöst.

Durch die Erfindung wird also auf verblüffend einfache Weise eine kompakte Motorbauweise erreicht und werden eine Vielzahl von Lagerstellen eingespart, wodurch sich das Leistungsgewicht verbessert und das Bauvolumen verkleinert, dabei insbesondere die Baulänge verkürzt. Ausserdem werden konstruktive Vereinfachungen in bezug auf den Kurbeltrieb erzielt, was auch die Motorfertigung verbilligt, da nur eine Kurbelwellenkröpfung mit einem Kurbelzapfen für einen Vierzylindermotor erforderlich ist. Durch die bauliche bzw. kinematische Trennung der beiden Kurbelschleifenrahmen für jedes gegenüberliegende Arbeitskolbenpaar und insbesondere die sternförmige Anordnung der beiden Arbeitszylinderpaare erfolgen bei einem Kurbelwellenumlauf bestimmte Gegenläufigkeiten der beiden senkrecht zueinander bewegten Massen, so dass ein teilweiser Massenausgleich zwischen diesen beiden Massensystemen auftritt.

Die Ausgleichsmassen können verringert werden und die Laufruhe der Brennkraftmaschine

verbessert sich. Damit erhöht sich auch die Lebensdauer. Ferner ist auf einfache Weise das sog. Baukastenprinzip durchführbar, so dass mit gleichen Baueinheiten Motoren unterschiedlicher Leistungsbereiche realisierbar sind.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel gemäss der Erfindung anhand einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine dargestellt, das nachfolgend beschrieben ist. Es zeigen
Figur 1 die Brennkraftmaschine nach der Erfindung in einer Schnittebene durch das eine Paar der achsgleich gegenüberliegenden Zylinder,
Figur 2 die Brennkraftmaschine nach Figur 1 in einer zur ersten Schnittebene parallelen Schnitt ebene durch das zweite Paar der achsgleich gegenüberliegenden Zylinder und
Figur 3 in vergrösserter Darstellung einen Querschnitt durch den Kurbelwellenbereich der Brennkraftmaschine nach Figur 1.

Wie Figur 1 zeigt, besteht das erste Zylinderpaar aus den beiden Arbeitszylindern 1 und 2, die achsgleich gegenüberliegen. In ihnen laufen Arbeitskolben 3 und 4, an denen Kolbenstangen 5 und 6 starr befestigt sind. Diese sind andererseits mit einem Kurbelschleifenrahmen 7 fest verbunden, der eine geradlinige Kulissee 8 einschliesst, deren Längsachse L8 in einem Winkel von 90° quer zur Längsachse L1, 2 der beiden Arbeitszylinder 1 und 2 gerichtet ist. In der Kulissee 8 bewegt sich ein Gleitstein 9, der auf einem Kurbelzapfen 10 eines Kurbelabtriebes 20 mit seiner Kurbelwelle 21 drehbar gelagert ist, vgl. Figur 3.

Das zweite Zylinderpaar besteht gemäss Figur 2 aus den beiden Arbeitszylindern 11 und 12, die ebenfalls achsgleich gegen überliegen. In ihnen laufen Arbeitskolben 13 und 14, an denen Kolbenstangen 15 und 16 starr befestigt sind. Diese sind andererseits mit einem Kurbelschleifenrahmen 17 fest verbunden, der eine geradlinige Kulissee 18 einschliesst, deren Längsachse L 18 in einem Winkel von 90° quer zur Längsachse L11, 12 der beiden Arbeitszylinder 11 und 12 gerichtet ist.

In der Kulissee 18 bewegt sich ein Gleitstein 19, der ebenfalls auf dem Kurbelzapfen 10 des Kurbeltriebes 20 drehbar gelagert ist. Die beiden Längsachsen L8 und L18 der beiden Kulissen 8 und 18 kreuzen sich ebenfalls senkrecht.

Wie aus Figur 3 zu entnehmen ist, liegen beide Kurbelschleifenrahmen 7 und 17 nebeneinander auf dem Kurbelzapfen 10 des Kurbelabtriebes 20. Die Lagerung der Kurbelwelle 21 ist, da nicht zur Erfindung gehörig, weder beschrieben noch näher dargestellt.

Nimmt man die Drehrichtung R des Motors in Uhrzeigersinn an, so bewegen sich die beiden Arbeitskolben 13 und 14 nach rechts oben, während sich die beiden Arbeitskolben 3 und 4 nach rechts unten bewegen. Diese Bewegungen werden über die Kurbelschleifen 7 und 17 auf den Kurbelzapfen 10 der Kurbelwelle 21 übertragen, der dadurch eine Drehbewegung aufgezwungen wird.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung der neuen Brennkraftmaschine sofort zu ersehen ist, hat der durch die gewählte Anordnung von zwei Kurbel schleifen auf einen Kurbelzapfen erzielte Gleichlauf aller vier Arbeitskolben den vorteil, dass die Ausgleichsmasse der der sich translatorisch bewegenden Masse einer üblichen Zwei-Zylinder Einheit entspricht. Dadurch ist die Fliehkraft in jeder Kurbelwellenstellung genau so grosse wie die resultierende Masse von zwei Zwei-Zylinder-Einheiten. Es verbleibt lediglich eine Restmassenkraft, resultierend aus dem geringen Abstand der um 90° versetzt angeordneten Kolbenstangen und der sich mit diesen translatorisch bewegenden Massen.

Dieser Vorteil wird auch dann erzielt, wenn mehr als vier Zylinder, nämlich jeweils das geradzählige Vielfache von zwei, auf eine einzige Kurbelwelle in der beschriebenen Art und Weise wirken, die dann die entsprechende Anzahl von Kurbelzapfen aufweisen muss.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

Date: 12 02 2001

Time: 10:52

Pages: 10

Remote CSID: 61 2 9975 2213

THAUMATURGE P/L FAX 61-2-9975-2213

PAGE 04

esp@cenet - Document Claims

Page 1 of 1

Claims

PATENTANSPRÜCHE

1. Mehrzylinder-Brennkraftkolbenmaschine, deren Arbeitszylinder jeweils paarweise und achsgleich gegenüberliegend angeordnet sind, mit Kurbelschleifentrieb zur Umwandlung der Translationsbewegung der Arbeitskolben und deren starr mit ihnen verbundenen Kolbenstangen in Rotationsbewegung des Kurbelabtriebes, wobei jeweils zwei Kolbenstangen mit ihren inneren Enden am Kurbelschleifenrahmen unbeweglich befestigt sind, in dessen geradliniger, senkrecht zur Längsachse des Arbeitszylinderpaares verlaufenden Kulisse der Kurbelzapfen des Kurbelabtriebes gleitet, dadurch gekennzeichnet, dass auf jedem Kurbelzapfen (10) die Kulissen (8 und 18) jeweils zweier Kurbelschleifenrahmen (7 und 17) laufen, die zur Verbindung jeweils zweier gegenüberliegender Arbeitskolben (3 und 4 sowie 13 und 14) von vier in Achsrichtung hintereinander angeordneten Arbeitszylindern (1 und 2 sowie 11 und 12) dienen, und dass die Längsachse der Kurbelwelle und damit auch des Kurbelzapfens (10) in Richtung der hintereinander angeordneten Zylinderpaare (1 und 2 sowie 11 und 12) verläuft, mit Hintereinanderanordnung auch der einem jeden Zylinderpaar mit achsgleich gegenüberliegenden Zylindern (1 und 2 sowie 11 und 12) zugeordneten Kurbelschleifenrahmen (7 und 17).

2. Mehrzylinder-Brennkraftkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachsen (L1, 2 und L1f, 12) jeweils zweier gegenüberliegender Arbeitszylinderpaare (1 und 2 sowie 11 und 12) einen Winkel von 90° einschliessen und sich kreuzen und die Längsachse (L8 und L18) der auf dem Kurbelzapfen (10) gleitenden Kulissen (8 und 18) der beiden hintereinander angeordneten Kurbelschleifenrahmen (7 und 17) senkrecht zueinander gerichtet sind und sich dabei kreuzen.

3. Mehrzylinder-Brennkraftkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere jeweils das geradzählige Vielfache von zwei bildende Arbeitszylinder-Einheiten (1/2, 11/12) einer Kurbelwelle (21) mit einer entsprechenden Anzahl von Kurbelzapfen (10) zugeordnet sind.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

0187930

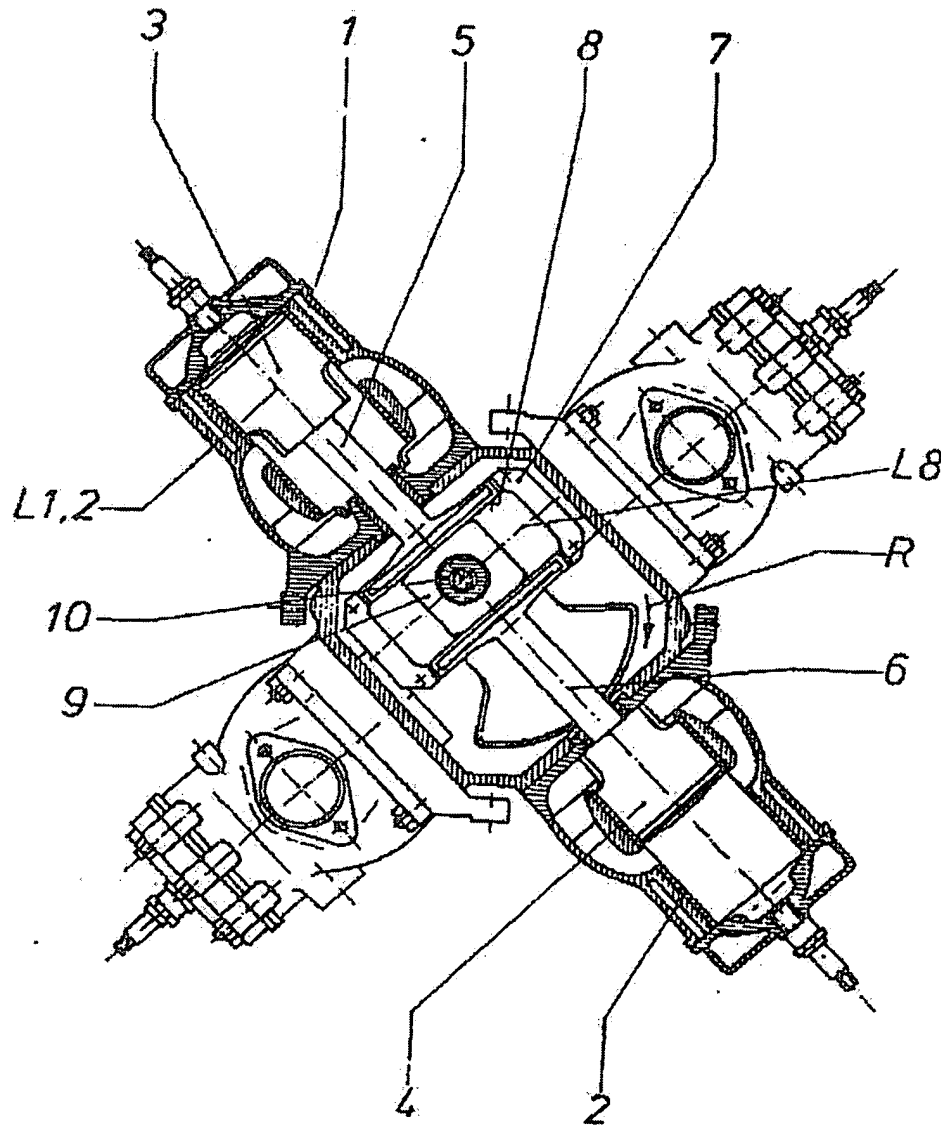


Fig 1

21.

0187930

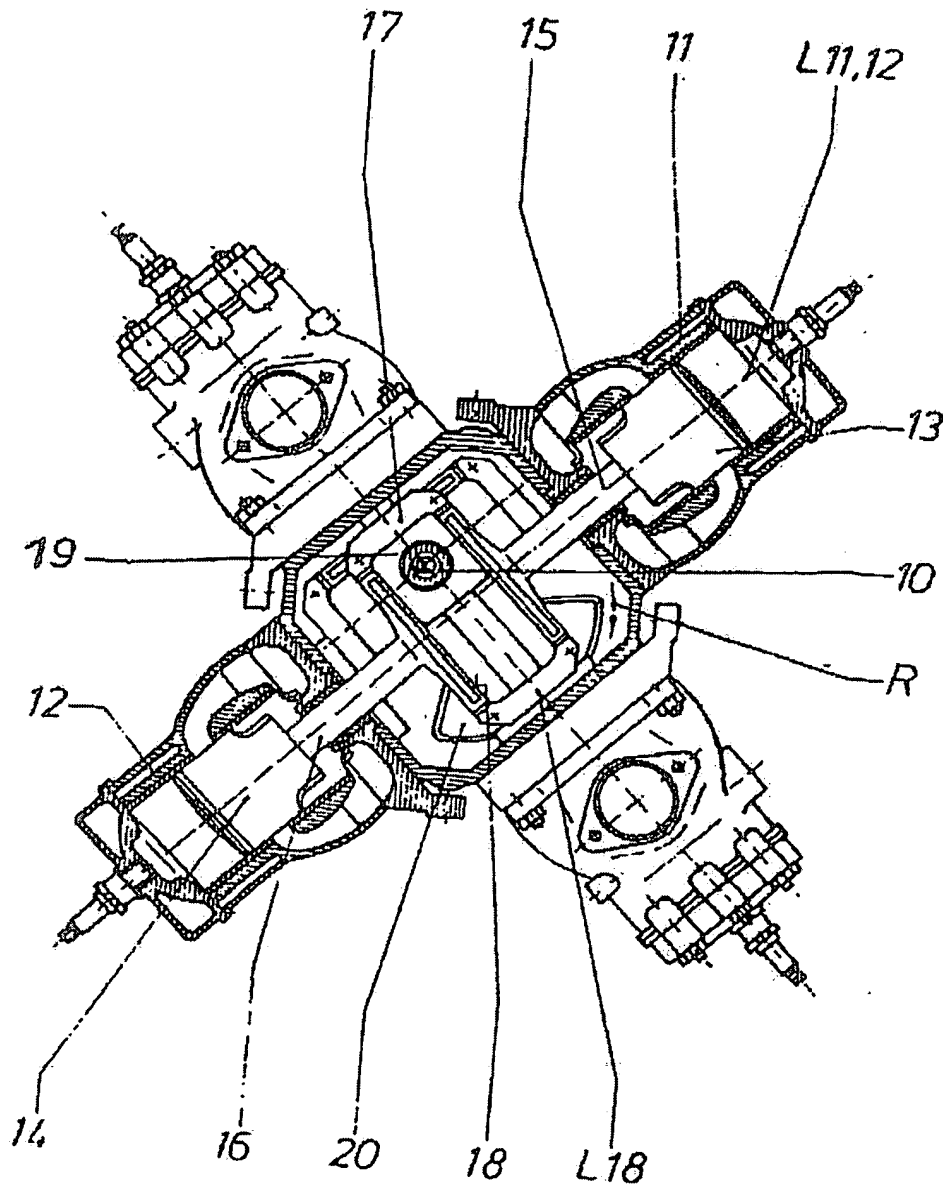


Fig 2

0187930

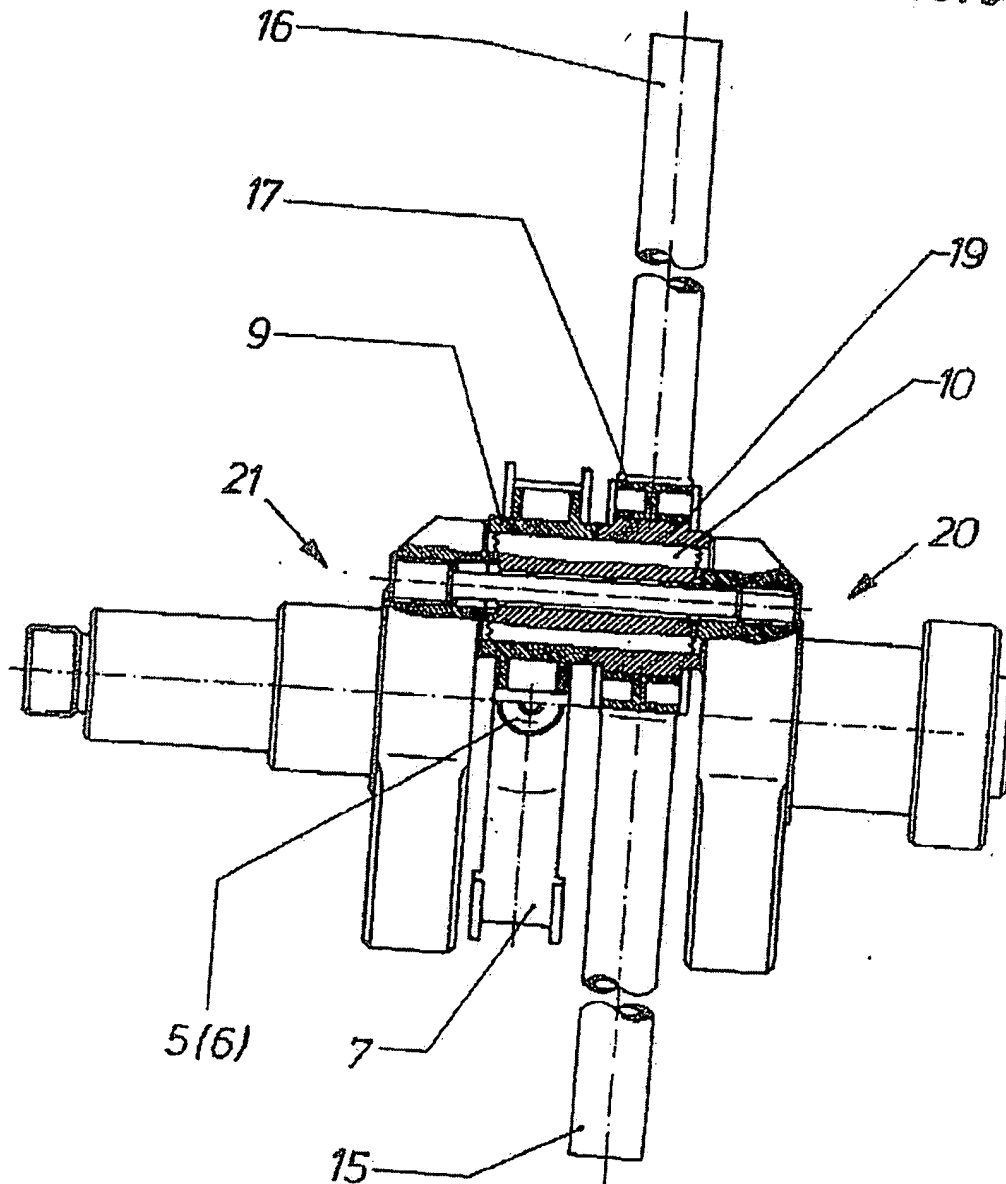


Fig. 3

Description

Multiple-cylinder internal combustion piston engine. The invention relates to a multiple-cylinder internal combustion piston engine according to the preamble of Claim 1.

5 DE-PS 241 538 has made known a multiple-cylinder internal combustion engine the four cylinders of which are disposed in one plane, with the working pistons of each two adjacent cylinders respectively being coupled by a Scotch yoke. Thereby the two Scotch yokes are disposed in a coaxial position
10 relative to each other and their connecting members are in a congruent arrangement, so that the four working pistons of the cylinders lying opposite each other in pairs always move in the same direction. This synchronism of all four working pistons with the Scotch yoke however causes large moved masses
15 in one direction which in turn requires large balancing masses. Thus the constructive weight of the engine increases, with all attendant adverse circumstances.

With multiple-cylinder internal combustion engines the pistons of which point toward the crankshaft via conventional
20 connecting rods, each piston requires its own crank pin within the crankshaft, so that there quickly results a large constructive length of the crankshaft with the resulting difficulties in supporting it. Additionally, building such multiple-crank crankshafts is expensive. Also, the
25 constructive length of the entire engine becomes large. Known further as so-called flat engines are two cylinder internal combustion piston engines having axially equidistantly opposed working cylinders, the reciprocating working pistons of which are kinematically coupled by means of a rigid piston rod with
30 the centrally situated Scotch yoke drive; cf. DE-PS 409 919. They are advantageous compared to multiple-cylinder internal combustion piston engines having a conventional connecting rod-crank drive. Thus the dwell time in the top and bottom dead centre is increased by the kinematics of the Scotch yoke

drive, something that has advantageous consequences for the scavenging and charging processes and the course of combustion. Furthermore, the rectilinear movement of the two piston rods enables an effective sealing of the cylinder cavity against the crankcase by means of bulkheads that are penetrated only by the piston rods, the bearings of which can be sealed relatively simply. These bulkheads additionally result in a stiff construction of the engine case, and the dynamic forces occurring at the Scotch yoke drive can be absorbed without problem in the engine case. Friction forces, too, are overall reduced, since the Scotch yoke itself does not need to run in bearings. By all these measures, the constructive length of the engine is reduced. The effective sealing of the interior space of the Scotch yoke drive against the cylinder cavities with their chemically aggressive climate increases the life of the internal combustion engine.

The task the invention has set out to achieve, by means of a new embodiment of the mentioned type of flat engine, further conceptional improvements, in particular to create multiple-cylinder internal combustion engines amid use of the flat-engine principle, the pistons of which, being connected by means of rigid piston rods, may act upon preferably one crank pin.

This task is solved according to the invention by the characteristics laid down in the patent claims.

The invention thus achieves, in a surprisingly simple manner, a compact engine construction and saves on a multiplicity of bearing locations, which improves the weight per unit of power and which reduces the constructive volume, and here in particular the constructive length. Additionally, constructive simplifications are achieved in relation to the crank drive, which also makes engine construction cheaper since only one crankshaft throw with one crank pinion is required for a four-cylinder engine. By the constructive respectively kinematic

separation of the two Scotch yokes for each opposite pair of working pistons, and in particular the star-shaped arrangement of the two pairs of working cylinders, during a rotation of the crankshaft certain counter-rotational movements of the two masses being moved vertically to each other occur so that a partial balancing of masses occurs between these two systems of masses.

The balancing masses can be reduced and the smooth running of the internal combustion engine improved. Thus the life expectancy increases. Furthermore, the so-called building-block principle can be employed in a simple manner, so that engines of different efficiency ratings can be realised with similar constructive units.

The drawing shows an example of embodiment according to the invention by way of a four-cylinder internal combustion engine, which is described in the following. Shown are in:

Fig. 1 - the internal combustion engine according to the invention in the plane of a section through the one pair of the axially equidistantly opposed cylinders;

Fig. 2 - the internal combustion engine according to Fig. 1 in a section plane parallel to the first section plane through the second pair of the axially equidistantly opposed cylinders; and

Fig. 3 - in enlarged view a cross-section of the crankshaft area of the internal combustion engine according to Fig. 1.

As shown in Fig. 1, the first pair of cylinders consists of the two working cylinders 1 and 2 which lie axially equidistantly opposite each other. In them there travel working pistons 3 and 4 at which piston rods 5 and 6 are rigidly attached. These on the other hand are rigidly connected to a Scotch yoke 7 which includes a rectilinear

connecting member 8, the longitudinal axis L8 of which is orientated at 90 degrees to the longitudinal axis L1,2 of the two working cylinders 1 and 2. In the connecting member 8 moves a link block 9 which runs in bearings rotatably on a crank pin 10 of a crank throw 20 with its crankshaft 21, cf. Fig. 3.

The second pair of cylinders consists, as per Fig. 2, of the two working cylinders 11 and 12 which also lie axially equidistantly opposite each other. Within them there travel working pistons 13 and 14, at which piston rods 15 and 16 are rigidly attached. These are on the other side rigidly connected to a Scotch yoke 17 which includes a rectilinear connecting member 18, the longitudinal axis L18 of which is orientated at 90 degrees to the longitudinal axis L11,12 of the two working cylinders 11 and 12.

Inside the connecting member 18 there moves a link block 19, which also rotatably runs in bearings on the crank pin 10 of the crank throw 20. The two longitudinal axes L8 and L18 of the two connecting members 8 and 18 also cross each other vertically.

As can be seen in Fig. 3, the two Scotch yokes 7 and 17 lie next to each other on the crank pin 10 of the crank throw 20. The bearings of the crankshaft 21 is not described nor represented in more detail, since it does not pertain to the invention.

If one assumes the direction of rotation R of the engine to be clockwise, the two working pistons 13 and 14 travel upwards to the right, whereas the two working pistons 3 and 4 travel downwards to the right. These movements are transmitted to the crank pin 10 of the crankshaft 21 via the Scotch yokes 7 and 17, which forces the former to carry out a rotational movement.

As can be seen immediately from the above description of the new internal combustion engine, the synchronous running of all

- four working pistons, achieved by the chosen arrangement of two Scotch yokes on one crank pin, has the advantage that the balancing mass corresponds to that of the translationally moving mass of a conventional two-cylinder unit. Thus the
- 5 centrifugal force of each crankshaft position is exactly as large as the resulting mass of two two-cylinder units. There remains merely a residual mass force, resulting from the small distance of the piston rods, arranged at an offset of 90 degrees, the masses moving translationally with these.
- 10 This advantage is also achieved if more than four cylinders, namely in each case the even multiple of two, act upon a single crankshaft in the manner described, with the latter then having to possess the corresponding number of crank pins.

Claims

1. Multiple-cylinder internal combustion piston engine, the working cylinders of which are arranged in pairs each and axially equidistantly opposed, with a Scotch yoke drive for transforming the translational movement of the working pistons and their piston rods rigidly connected in rotational movement of the crank throw, with two pistons rods each being immovably attached with their inner ends to the Scotch yoke, within the rectilinear connecting member of which that extends vertically to the longitudinal axis of the pair of working cylinders slides the crank pin of the crank throw, characterised in that on each crank pin (10) travel the connecting members (8 and 18) of two respective Scotch yokes (7 and 17) that serve to connect two opposite working pistons (3 and 4, as well as 13 and 14) each of four working cylinders (1 and 2, as well as 11 and 12) serially successively disposed in the axial direction, and that the longitudinal axis of the crankshaft and thus also the crank pin (10) extends in the direction of the serially successively disposed cylinder pairs (1 and 2 as well as 11 and 12), with serial successive arrangement also of the Scotch yokes (7 and 17) associated with each of the cylinder pairs having axially equally opposed cylinders (1 and 2, as well as 11 and 12).
2. Multiple-cylinder internal combustion piston engine according to Claim 1, characterised in that the longitudinal axes (L1,2 and L11,12) of each two opposite working cylinder pairs (1 and 2, as well as 11 and 12) encompass an angle of 90 degrees and cross each other, and [that] the longitudinal axis [sic - Transl.] (L8 and L18) of the connecting members (8 and 18) of the serially successively arranged Scotch yokes (7 and 17)

sliding on the crank pin (10) are perpendicularly orientated to each other and thereby cross.

3. Multiple-cylinder internal combustion piston engine according to Claim 1, characterised in that several working cylinder units (1/2, 11/12) of a crankshaft (21) that respectively make up the even multiple of two are associated with a corresponding number of crank pins (10).

[Follow 2 pages of drawings]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.